

УДК 621.313.823.5

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗОВНІШНЬОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ КОАКСІАЛЬНОГО ЛІНІЙНОГО ДВИГУНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ**

**П.С. СКЛЯРЕНКО<sup>1\*</sup>, О.Ю. ЮР'ЄВА<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> студент кафедри електричних машин, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

<sup>2</sup> доцент кафедри електричних машин, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

\*email: fraqtio.Invektiko@gmail.com

Коаксіальні лінійні двигуни з постійними магнітами являють собою окремий клас лінійних синхронних двигунів і є особливо привабливими через нульову силу тяжіння між статором і рухомою частиною (бігуном), високою питомою механічною силою, добрими характеристиками для сервоприводу, високими показниками надійності [1]. Коаксіальні лінійні двигуни з постійними магнітами широко використовуються в багатьох областях, де потрібен лінійний рух робочого органу.

Розрахунок зовнішнього магнітного поля лінійного коаксіального двигуна зводиться до знаходження величини магнітної індукції в усіх точках двигуна та за його межами. Для вирішення задачі пошуку магнітної індукції застосовується метод скінченних елементів. Його застосування виправдано підтвердженням точності розрахунків, що доведено в роботах [2, 3].

Для розрахунків було обрано двигун в цілому та невизначену за розміром ділянку навколо машини для визначення «мінімально необхідної розрахункової області». На границях розрахункової області застосовано граничні умови Діріхле: векторний магнітний потенціал  $A = 0$ . Для проведення дослідження було обрано магнітну площинну задачу. За початок координат побудови моделі було обрано точку з координатами (0;0) для середини нижнього кінця валу. Для позначення напрямку магнітного поля постійних магнітів використано кути  $90^\circ$  та  $-90^\circ$ .

Для дослідження зовнішнього магнітного поля коаксіального лінійного двигуна було обрано прямокутну ділянку. Висота цієї ділянки обмежується максимальним лінійним розміром бігуна. Ширина розрахункової ділянки обрана розміром чотири з половиною габариту. Габаритом в радіальнім напрямку вважається зовнішній діаметр статора.

Найяскравішим зображенням магнітного стану будь-якого об'єкту є розподіл ліній магнітного потоку або ліній магнітної індукції. Для двигуна, що аналізується, такий розподіл наведено на рис. 1.

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що розрахункова область може бути зменшена, але зменшення повинно відбуватись без втрати достовірності розрахунку. Для визначення необхідних меж розрахункової ділянки було проведено низку розрахунків магнітної індукції на лініях, що

проходить по середині зубця та паза, при змінюванні ширини розрахункової ділянки від одного габариту до величини, коли зміна магнітної індукції  $\Delta B$  буде становити менше 1 %,

$$\Delta B = \frac{B_{i+1} - B_i}{B_i} \cdot 100 \%,$$

де  $B_{i+1}$ ,  $B_i$  – наступне та попереднє значення магнітної індукції.

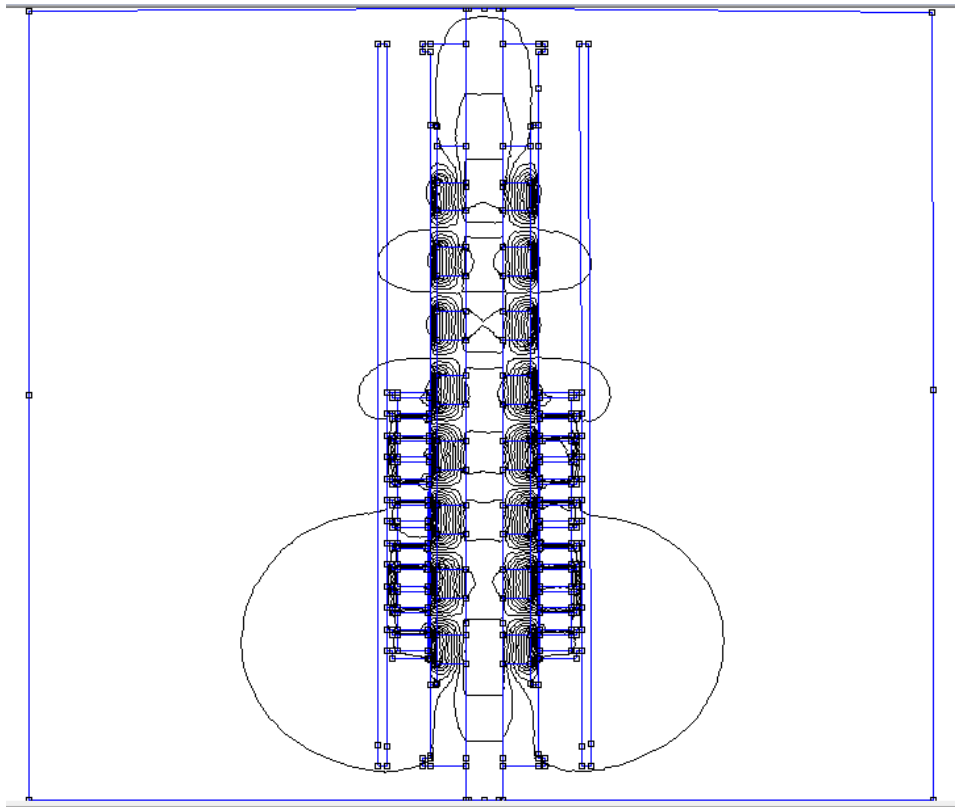


Рис. 1 – Розподіл магнітного поля коаксiального лiнiйного двигуна

Для достовiрного розрахунку зовнiшнього магнiтного поля коаксiального лiнiйного двигуна необхідно вибирати розрахункову дiлянку, розмiрами вiд 1,5 до 2 габаритiв. При цьому похибка розрахунку становитиме вiд 0,6 до 0,001 % вiдповiдно.

#### Список лiтератури:

1. Wang J. Tubular modular permanent-magnet machines equipped with quasi-Halbachmagnetizedmagnets – part I: magnetic field distribution, EMF, and thrust force / J. Wang, D. Howe // IEEE Transactions on Magnetics. – vol. 41. – no. 9. – 2005. – P. 2470–2478.
2. Милых, В. И. Анализ магнитного поля в линейном электродвигателе для источников сейсмических колебаний / В. И. Милых, С. В. Ткаченко // Електротехнiка i Електромеханiка. – № 2. – 2009. – С.43 – 47.
3. Голенков, Г.М. Распределение магнитной индукции в воздушном зазоре коаксиально-линейного синхронного двигателя с аксиальным и радиальным направлением намагничивания постоянных магнитов на бегуне / Г.М. Голенков, М. Аббасиан // Електротехнiка i Електромеханiка. – № 1. – 2013. – С.17 – 21.